

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-324762

(43)Date of publication of application : 26.11.1999

(51)Int.Cl.

F02D 41/04  
F02D 41/04  
F02D 9/02  
F02D 13/02  
F02D 43/00  
F02D 45/00  
F02P 5/152  
F02P 5/153

(21)Application number : 10-135247

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 18.05.1998

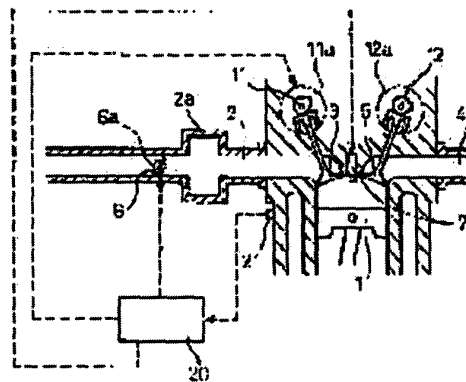
(72)Inventor : KANAMARU MASANOBU

## (54) KNOCKING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the opportunity of an unnecessary reduction of engine output by lagging the valve closing timing of an intake valve when knocking occurs, and further lagging the ignition timing when knocking is still caused after the lag of the valve closing timing.

SOLUTION: This control device 20 executes the lag control for the valve closing timing of an intake valve 3 by a variable valve timing mechanism, the opening decrease control for a throttle valve and the ignition timing control for an ignition plug 7. When the occurrence of knocking is detected by a knocking sensor 21, first the valve closing timing of the intake valve 3 is lagged by a designated valve timing lag amount. In the case where knocking is still caused after that, the repeated ignition timing is lagged to restrain knocking. Thus, knocking can be restrained in a short time, and further the valve closing timing of the intake valve 3 is lagged excessively to prevent an unnecessary lowering of engine output.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the knocking control unit of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] Lowering a combustion pressure and suppressing knocking is proposed by carrying out the angle of delay of the valve-closing stage of an inlet valve to JP,61-186709,U, and reducing an inhalation-of-air charging efficiency to it in an internal combustion engine equipped with an adjustable valve timing mechanism, at the time of knocking generating.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above-mentioned conventional technology, since an adjustable valve timing mechanism is that to which the valve-closing time of an inlet valve is changed mechanically, by the time it actually changes valve-closing time, a predetermined time will be needed. Thereby, in order to suppress knocking completely comparatively in feedback control for a short time, it is necessary to lessen the number of times of feedback, and the amount of angles of delay in one feedback is enlarged comparatively. Consequently, the angle of delay of the valve-closing time is superfluously carried out at the knocking suppression time, and unit power may be reduced superfluously.

[0004] therefore, knocking control unit \*\*\*\* to which the purpose of this invention carries out the angle of delay of the valve-closing timing of an inlet valve -- it is reducing the opportunity of an unnecessary unit-power fall

[0005]

[Means for Solving the Problem] The knocking control unit of the internal combustion engine according to claim 1 by this invention is characterized by providing the valve-closing time angle-of-delay means which carries out the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve at the time of knocking generating, and the ignition-timing angle-of-delay means which carries out the angle of delay of the ignition timing when knocking has still occurred, after the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve is carried out by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay means.

[0006] Moreover, in the knocking control unit of an internal combustion engine according to claim 1, the knocking control unit of the internal combustion engine according to claim 2 by this invention is characterized by providing the ignition-timing tooth-lead-angle means which carries out the tooth lead angle of the ignition timing, when knocking is suppressed, after the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve was carried out by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay means.

[0007] Moreover, the knocking control unit of the internal combustion engine according to claim 3 by this invention A valve-closing time angle-of-delay limit means to restrict the angle of delay of the valve-closing time of the inlet valve by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay means to the degree of predetermined crank angle in a knocking control unit according to claim 1 or 2, An opening reduction means to decrease the opening of a throttle valve before carrying out the angle of delay of the ignition timing by the aforementioned ignition-timing angle-of-delay means, when the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve is restricted to the aforementioned degree of predetermined crank angle by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay control means and knocking has occurred, It is characterized by providing \*\*.

[0008]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 is the outline cross section showing the internal combustion engine with which the knocking control unit by this invention was attached. In this drawing, the inhalation-of-air path which 1 minds a piston, and 2 minds an inlet valve 3, and leads into a cylinder, and 4 are flueways which lead into a cylinder

through an exhaust valve 5. Surge tank 2a is prepared in the inhalation-of-air path 2, and the throttle valve 6 is arranged at the upstream of surge tank 2a. The throttle valve 6 is not mechanically connected with an accelerator pedal, and opening control of it is enabled by step motor 6a etc. free. 7 is an ignition plug.

[0009] The cam shaft 11 for inlet-valve 3 is connected with a crankshaft through a belt etc. by pulley 11a prepared in the edge, and this pulley 11a and pulley 12a prepared in the edge of the cam shaft 12 for exhaust valve 5 are connected through the belt etc. Thereby, with a crankshaft, the rotation drive of both the cam shafts 11 and 12 is carried out, and an inlet valve 3 and an exhaust valve 5 are opened and closed.

[0010] Generally the well-known adjustable valve timing mechanism is prepared in the cam shaft 11 for inlet-valve 3, and the cam shaft 12 for exhaust valve 5. This is what carries out relative rotation of cam shafts 11 and 12 and the pulleys 11a and 11b. It is what realizes the above-mentioned relative rotation by connecting through the intermediate gear which has a helical gear tooth by using both as an external tooth, and moving this intermediate gear in the direction of an axis using the oil pressure force or electromagnetic force. for example, by that cause It becomes possible to change the opening-and-closing stage of an inlet valve 3 and an exhaust valve 5 to a stepless story.

[0011] 20 is a control unit which carries out angle-of-delay control of the valve-closing time of the inlet valve 3 by this adjustable valve timing mechanism, opening reduction control of a throttle valve 6, and ignition-timing control of an ignition plug 7 as a knocking control unit, and the knocking sensor 21 is connected. The knocking sensor 21 is a sway sensor which is attached in a cylinder block and detects vibration.

[0012] Drawing 2 is the first flow chart for the angle-of-delay control of the valve-closing time of an inlet valve 3 and the opening reduction control of a throttle valve 6 by the control unit 20. This flow chart is repeated by predetermined real line spacing.

[0013] First, in Step 101, when this judgment is denied, it is judged whether knocking has occurred based on the output of the knocking sensor 21, and it progresses to Step 102, and Flag F is set to 0 and it ends. On the other hand, when it is judged that knocking has occurred, it progresses to Step 103. At Step 103, it is judged whether the valve-closing time  $T_a$  of the present inlet valve is more than the degree  $T_m$  of predetermined crank angle. This degree  $T_m$  of predetermined crank angle is the degree of crank angle whose sufficient compression becomes impossible while a charging efficiency will fall very much, if the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve 3 is carried out exceeding it. The above-mentioned adjustable valve timing mechanism is used for valve opening and valve-closing time of an inlet valve 3 and an exhaust valve 5, and they are controlled by another flow chart (not shown) at each optimal time according to the engine operational status based on outputs, such as an accelerator pedal stroke sensor, a rotation sensor, and a cooling coolant temperature sensor. Of course, in valve opening of this inlet valve 3 and an exhaust valve 5, and control of valve-closing time, valve-closing time of an inlet valve 3 is not made into an angle-of-delay side from the degree  $T_m$  of predetermined crank angle.

[0014] Thereby, it is denied, the judgment in Step 103 progresses to Step 104, and the angle of delay only of the amount of predetermined valve-closing time angles of delay  $\Delta T$  is carried out at the beginning from the valve-closing time  $T_a$  of present [ time / valve-closing / of an inlet valve 3 ]. Knocking can be made hard for a firing pressure to fall and to generate, in order for an inhalation-of-air charging efficiency to fall, if the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve 3 is carried out. Subsequently, it progresses to Step 105 and it is judged whether based on the output of the knocking sensor 21, knocking has occurred again. If generating of knocking is suppressed by this valve-closing time angle of delay in Step 104, although it will end progressing to Step 102 and Flag F being used as 0, when knocking has still occurred, it progresses to Step 106, and it is ended, Flag F being used as 1.

[0015] if this flow chart is repeated, the amount of predetermined valve-closing time angles of delay  $\Delta T$  [ every ] angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve 3 is carried out in Step 104 and the valve-closing time  $T_a$  becomes more than the degree  $T_m$  of predetermined crank angle In order to affirm the judgment in Step 103 and to progress to Step 107, the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve 3 is not carried out more than it, and only predetermined reduction opening  $\Delta S$  decreases from the opening  $S_a$  of present [ opening / of a throttle valve 6 ]. The opening of a throttle valve 6 is controlled by another flow chart (not shown) by the optimal opening according to engine operational status. Knocking can be made hard for a firing pressure to fall too and to generate, in order for an inhalation air content to fall, if the opening of a throttle valve 6 is decreased. Subsequently, it progresses to Step 105 and it is judged whether based on the output of the knocking sensor 21, knocking has occurred again. If generating of knocking is suppressed by this opening reduction in Step 107, although it will end progressing to Step 102 and Flag F being used as 0, when knocking has still occurred, it progresses to Step 106, and it is ended, Flag F being used as 1.

[0016] Drawing 3 is the second flow chart for the ignition-timing control by the control unit 20. This flow chart is repeated by real line spacing shorter than the real line spacing of the first above-mentioned flow chart.

[0017] First, in Step 201, it is judged whether the flag F in the first flow chart is 1. It is the negative value in which it does not generate but knocking progresses to Step 202 in present when this judgment is denied (i.e., when Flag F is 0),

and amount of ignition-timing angles of delay  $\delta I$  has a comparatively small absolute value. - Referred to as  $a$ , in Step 203, the tooth lead angle of the angle of delay, i.e., the  $a$ , is carried out, and the present ignition timing  $I_a$  ends only  $\delta I$ .

[0018] On the other hand, when knocking has occurred in present, Flag  $F$  is 1, and the judgment in Step 201 is affirmed and it progresses to Step 204, and although the output peak value  $VP$  of the knocking sensor 21 is larger than the 1st predetermined value  $A$ , it is judged whether it is no. It is several times the background noise, when this judgment is affirmed, strong big knocking has occurred, the 1st predetermined value  $A$  progresses to Step 205, amount of ignition-timing angles of delay  $\delta I$  is set to comparatively big  $b$ , and, as for the present ignition timing  $I_a$ , the angle of delay only of the  $\delta I$  is carried out for the angle of delay, i.e.,  $b$ , in Step 203.

[0019] Moreover, when the judgment in Step 204 is denied, it progresses to Step 206 and it is judged whether the output peak value  $VP$  of the knocking sensor 21 is larger than the 2nd predetermined value  $B$ . It is a value smaller than the 1st predetermined value  $A$ , when this judgment is affirmed, strong small knocking has occurred, the 2nd predetermined value  $B$  progresses to Step 207, amount of ignition-timing angles of delay  $\delta I$  is set to comparatively small  $c$ , and, as for the present ignition timing  $I_a$ , the angle of delay only of the  $\delta I$  is carried out for the angle of delay, i.e.,  $c$ , in Step 203.

[0020] Moreover, when the judgment in Step 206 is denied, it progressed to Step 208 and knocking has occurred, or since it is not certain, amount of ignition-timing angles of delay  $\delta I$  is set to 0, and, as for the present ignition timing  $I_a$ , the angle of delay, i.e., the angle of delay or a tooth lead angle, is not carried out only for  $\delta I$  in Step 203.

[0021] If knocking generated by opening reduction of the valve-closing time angle of delay of the inlet valve 3 by the first flow chart or a throttle valve 6 is suppressed if knocking has not occurred or since the second flow chart for this ignition-timing control is repeated by real line spacing shorter than the real line spacing of the first flow chart as mentioned above, the tooth lead angle of the ignition timing is carried out gradually, and it can make combustion good.

[0022] Moreover, when knocking is still generated also by opening reduction of the valve-closing time angle of delay of the inlet valve 3 by the first flow chart, or a throttle valve 6, and the intensity of knocking is large, the angle of delay of the ignition timing is carried out the comparatively big amount of angles of delay every  $b$ , and it can suppress knocking at an early stage. Moreover, when the intensity of knocking is small, the angle of delay of the ignition timing being carried out the comparatively small amount of angles of delay every  $c$ , and carrying out the angle of delay of the ignition timing to suppression of knocking more than required is prevented.

[0023] Even if the angle of delay of such ignition timing is repeated several times, when knocking has still occurred, further, the first flow chart is performed again, and the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve 3 is carried out only for amount of predetermined valve-closing time angles of delay  $\delta T$ , and if the valve-closing time of an inlet valve 3 is over the degree  $T_m$  of predetermined crank angle, only in predetermined opening decrement  $\delta S$ , the opening of a throttle valve 6 will decrease.

[0024] Knocking generating of the knocking control unit of this operation form carries out the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve only for the amount of predetermined valve-closing time angles of delay first. When it also sets after that and knocking has still occurred, the angle of delay of the repeat ignition timing is carried out so that knocking may be suppressed. In this way, if knocking is suppressed, in order to carry out the angle of delay of the ignition timing which carries out the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve first, next control hardly takes time, it is prevented that can suppress knocking in a short time, and the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve is superfluously carried out as compared with the case where knocking is suppressed only by the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve, and unit power declines superfluously.

[0025] moreover, with the knocking control unit of this operation gestalt, although the angle of delay of the ignition timing is carried out sharply and combustion may get worse very much when suppressing knocking only by the angle of delay of ignition timing, in order to suppress knocking by the angle of delay of the valve-closing stage of a until inlet valve to some extent at least, the angle of delay of the ignition timing is not sharply carried out for the valve-closing stage of an inlet valve. Moreover, in order to suppress knocking to the grade which has decreased the opening of a throttle valve although the angle of delay of the valve-closing stage cannot be carried out more than this instead when the valve-closing stage of an inlet valve is made into the degree of predetermined crank angle for example, according to engine operational status at the time of knocking generating, the angle of delay of the ignition timing is not sharply carried out in this case.

[0026] With this operation form, the knocking sensor 21 must use this knocking sensor 21 as a dissonance type sensor, in order to be referred to as one and to use output peak value in the 2nd flow chart in this case. However, since it is what can detect very correctly whether knocking has occurred or not, you may make it add a resonated type sensor to control of the first flow chart, although a resonated type sensor cannot detect output peak value, i.e., knocking

intensity. Moreover, you may be made to carry out the first and the second flow chart only by the engine operational status which knocking tends to generate.

[0027]

[Effect of the Invention] Thus, according to the knocking control unit of the internal combustion engine by this invention, if knocking occurs, a valve-closing time angle-of-delay means carries out the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve, and when it also sets after that and knocking has still occurred, an ignition-timing angle-of-delay means will carry out the angle of delay of the ignition timing. In this way, if knocking is suppressed, it will be prevented that the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve is not carried out superfluously in addition to knocking suppression in a short time being possible, and unit power declines superfluously.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The knocking control unit of the internal combustion engine characterized by providing the valve-closing time angle-of-delay means which carries out the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve at the time of knocking generating, and the ignition-timing angle-of-delay means which carries out the angle of delay of the ignition timing when knocking has still occurred, after the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve is carried out by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay means.

[Claim 2] The knocking control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by providing the ignition-timing tooth-lead-angle means which carries out the tooth lead angle of the ignition timing when knocking is suppressed, after the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve was carried out by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay means.

[Claim 3] The knocking control unit according to claim 1 or 2 characterized by providing the following. A valve-closing time angle-of-delay limit means to restrict the angle of delay of the valve-closing time of the inlet valve by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay means to the degree of predetermined crank angle. An opening reduction means to decrease the opening of a throttle valve before carrying out the angle of delay of the ignition timing by the aforementioned ignition-timing angle-of-delay means, when the angle of delay of the valve-closing time of an inlet valve is restricted to the aforementioned degree of predetermined crank angle by the aforementioned valve-closing time angle-of-delay control means and knocking has occurred.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline cross section of the internal combustion engine with which the knocking control unit by this invention was attached.

[Drawing 2] It is the first flow chart for valve-closing stage angle-of-delay control of an inlet valve, and opening reduction control of a throttle valve.

[Drawing 3] It is the second flow chart for ignition-timing control.

[Description of Notations]

2 -- Inhalation-of-air path

3 -- Inlet valve

6 -- Throttle valve

11 -- Cam shaft for inlet valves

20 -- Control unit

21 -- Sway sensor

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

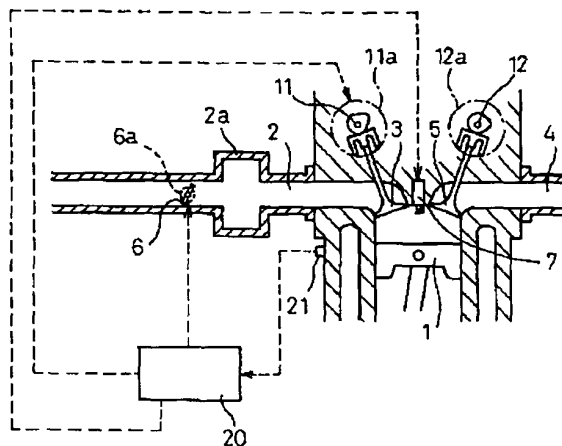
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

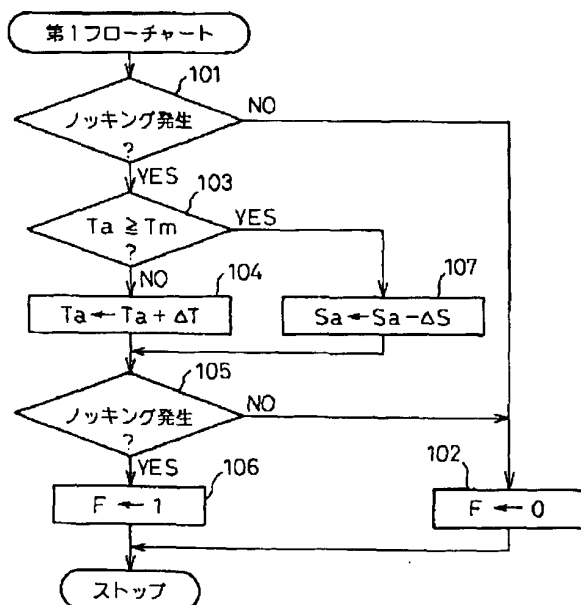
図 1



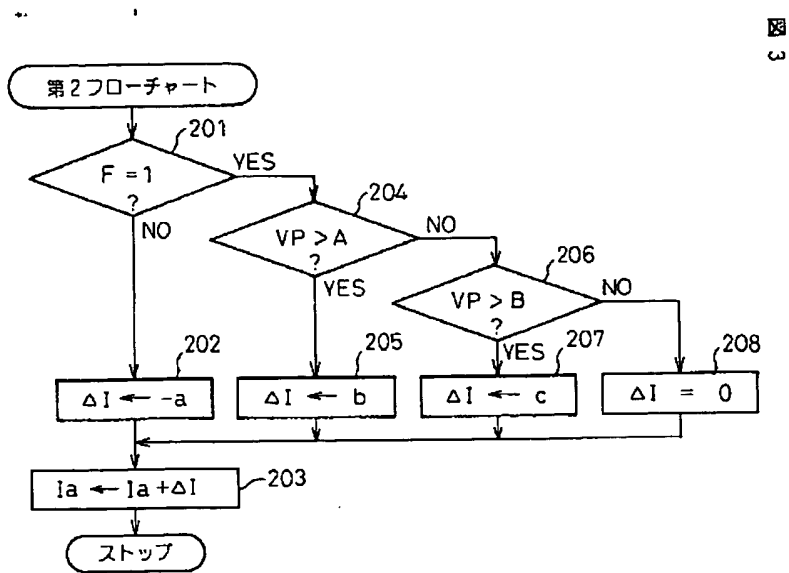
2...吸気通路  
3...吸気弁  
6...スロットル弁  
11...吸気弁用カムシャフト  
20...制御装置  
21...ロックセンサ

[Drawing 2]

図 2



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-324762

(43) 公開日 平成11年(1999)11月26日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
F 0 2 D 41/04	3 2 0	F 0 2 D 41/04	3 2 0
	3 0 1		3 0 1 J
9/02		9/02	Q
13/02		13/02	J
43/00	3 0 1	43/00	3 0 1 B
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-135247

(22) 出願日 平成10年(1998)5月18日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 金丸 昌宣

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

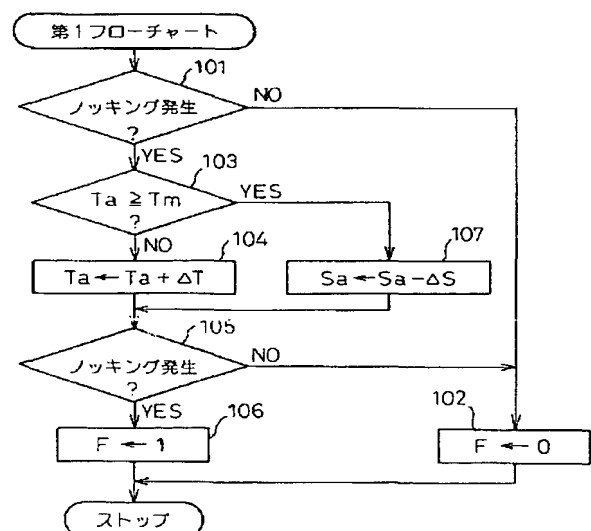
(54) 【発明の名称】 内燃機関のノッキング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 吸気弁の開弁タイミングを遅角するノッキング制御装置において、不必要な機関出力低下の機会を低減することである。

【解決手段】 ノッキング発生時に吸気弁の開弁時期を遅角する閉弁時期遅角手段（ステップ104）と、閉弁時期遅角手段により吸気弁の開弁時期が遅角された後においても依然としてノッキングが発生している時には点火時期を遅角する点火時期遅角手段（ステップ106）、とを具備する。

図 2



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノッキング発生時に吸気弁の閉弁時期を遅角する閉弁時期遅角手段と、前記閉弁時期遅角手段により吸気弁の閉弁時期が遅角された後においても依然としてノッキングが発生している時には点火時期を遅角する点火時期遅角手段、とを具備することを特徴とする内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項 2】 前記閉弁時期遅角手段により吸気弁の閉弁時期が遅角された後においてノッキングが抑制された時には点火時期を進角する点火時期進角手段を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関のノッキング制御装置。

【請求項 3】 前記閉弁時期遅角手段による吸気弁の閉弁時期の遅角を所定クランク角度に制限する閉弁時期遅角制限手段と、前記閉弁時期遅角制御手段により吸気弁の閉弁時期の遅角が前記所定クランク角度に制限された場合にノッキングが発生している時には前記点火時期遅角手段により点火時期を遅角する以前にスロットル弁の開度を減少させる開度減少手段、とを具備することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のノッキング制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関のノッキング制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 実開昭 6 1 - 1 8 6 7 0 9 号には、可変バルブタイミング機構を備える内燃機関において、ノッキング発生時に、吸気弁の閉弁時期を遅角して吸気充填効率を低下させることによって、燃焼圧を下げてノッキングを抑制することが提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前述の従来技術において、可変バルブタイミング機構は、機械的に吸気弁の閉弁時期を変化させるものであるために、実際に閉弁時期を変化させるまでに所定時間が必要とされる。それにより、フィードバック制御において、比較的短時間でノッキングを完全に抑制するためには、フィードバック回数を少なくする必要があり、一回のフィードバックにおける遅角量は比較的大きくされている。その結果、ノッキング抑制時点において過剰に閉弁時期が遅角され、機関出力を不必要に低下させる可能性がある。

【0004】 従って、本発明の目的は、吸気弁の閉弁タイミングを遅角するノッキング制御装置において、不必要な機関出力低下の機会を低減することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明による請求項 1 に記載の内燃機関のノッキング制御装置は、ノッキング発生時に吸気弁の閉弁時期を遅角する閉弁時期遅角手段と、前記閉弁時期遅角手段により吸気弁の閉弁時期が遅角された後においても依然としてノッキングが発生して

2

いる時には点火時期を遅角する点火時期遅角手段、とを具備することを特徴とする。

【0006】 また、本発明による請求項 2 に記載の内燃機関のノッキング制御装置は、請求項 1 に記載の内燃機関のノッキング制御装置において、前記閉弁時期遅角手段により吸気弁の閉弁時期が遅角された後においてノッキングが抑制された時には点火時期を進角する点火時期進角手段を具備することを特徴とする。

【0007】 また、本発明による請求項 3 に記載の内燃機関のノッキング制御装置は、請求項 1 又は 2 に記載のノッキング制御装置において、前記閉弁時期遅角手段による吸気弁の閉弁時期の遅角を所定クランク角度に制限する閉弁時期遅角制限手段と、前記閉弁時期遅角制御手段により吸気弁の閉弁時期の遅角が前記所定クランク角度に制限された場合にノッキングが発生している時には前記点火時期遅角手段により点火時期を遅角する以前にスロットル弁の開度を減少させる開度減少手段、とを具備することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】 図 1 は、本発明によるノッキング制御装置が取り付けられた内燃機関を示す概略断面図である。同図において、1 はピストン、2 は吸気弁 3 を介して気筒内へ通じる吸気通路、4 は排気弁 5 を介して気筒内へ通じる排気通路である。吸気通路 2 には、サージタンク 2 a が設けられ、サージタンク 2 a の上流側にはスロットル弁 6 が配置されている。スロットル弁 6 は、アクセルペダルに機械的に連結されているものではなく、ステップモータ 6 a 等によって自在に開度制御が可能とされている。7 は点火プラグである。

【0009】 吸気弁 3 用のカムシャフト 1 1 は、その端部に設けられたプーリ 1 1 a によってベルト等を介してクランクシャフトと連結され、またこのプーリ 1 1 a と排気弁 5 用のカムシャフト 1 2 の端部に設けられたプーリ 1 2 a とがベルト等を介して連結されている。それにより、クランクシャフトによって両カムシャフト 1 1、1 2 は回転駆動され、吸気弁 3 及び排気弁 5 が開閉されるようになっている。

【0010】 吸気弁 3 用のカムシャフト 1 1 及び排気弁 5 用のカムシャフト 1 2 には、一般的に公知である可変バルブタイミング機構が設けられている。これは、カムシャフト 1 1、1 2 とプーリ 1 1 a、1 1 b とを相対回転させるものであり、例えば、両者を外歯としてヘリカル歯を有する中間歯車を介して連結し、この中間歯車を油圧力又は電磁力等を利用して軸線方向に移動させることによって前述の相対回転を実現するものであり、それにより、吸気弁 3 及び排気弁 5 の開閉時期を無段階に変化させることが可能となる。

【0011】 2 0 は、ノッキング制御装置として、この可変バルブタイミング機構による吸気弁 3 の閉弁時期の遅角制御と、スロットル弁 6 の開度減少制御と、点火プ

## 3

ラグ7の点火時期制御とを実施する制御装置であり、ノッキングセンサ21が接続されている。ノッキングセンサ21は、シリンダブロックに取り付けられて振動を検出する振動センサである。

【0012】図2は、制御装置20による吸気弁3の開弁時期の遅角制御とスロットル弁6の開度減少制御とのための第一フローチャートである。本フローチャートは、所定の実行間隔で繰り返されるものである。

【0013】まず、ステップ101において、ノッキングセンサ21の出力に基づきノッキングが発生しているか否かが判断され、この判断が否定される時にはステップ102に進んでフラグFを0にして終了する。一方、ノッキングが発生していると判断された時にはステップ103に進む。ステップ103では、現在の吸気弁の開弁時期Taが所定クランク角度Tm以上であるか否かが判断される。この所定クランク角度Tmは、吸気弁3の開弁時期がそれを越えて遅角されると、非常に充填効率が低下すると共に十分な圧縮が不可能となるクランク角度である。吸気弁3及び排気弁5の開弁及び閉弁時期は、別のフローチャート（図示せず）によって、前述の可変バルブタイミング機構を使用し、アクセルペダルストロークセンサ、回転センサ、及び冷却水温センサ等の出力に基づく機関運転状態に応じたそれぞれの最適時期に制御されるようになっている。もちろん、この吸気弁3及び排気弁5の開弁及び閉弁時期の制御では、吸気弁3の開弁時期が所定クランク角度Tmより遅角側とされることはない。

【0014】それにより、当初は、ステップ103における判断は否定されてステップ104に進み、吸気弁3の開弁時期は現在の閉弁時期Taから所定閉弁時期遅角量ΔTだけ遅角される。吸気弁3の開弁時期を遅角すると、吸気充填効率が低下するために、燃焼圧力が下がり、ノッキングが発生し難くすることができる。次いでステップ105に進み、再びノッキングセンサ21の出力に基づきノッキングが発生しているか否かが判断される。もし、ステップ104における今回の閉弁時期遅角によってノッキングの発生が抑制されれば、ステップ102に進んでフラグFは0とされて終了するが、依然としてノッキングが発生している時にはステップ106に進み、フラグFは1とされて終了する。

【0015】本フローチャートが繰り返されて、ステップ104において吸気弁3の開弁時期が所定閉弁時期遅角量ΔTずつ遅角され、閉弁時期Taが所定クランク角度Tm以上となると、ステップ103における判断が肯定されてステップ107に進むために、吸気弁3の開弁時期がそれ以上に遅角されることはなく、スロットル弁6の開度が現在の開度Saから所定減少開度ΔSだけ減少される。スロットル弁6の開度は、別のフローチャート（図示せず）によって、機関運転状態に応じた最適開度に制御されるものである。スロットル弁6の開度を減

## 4

少すると吸入空気量が低下するために、やはり燃焼圧力が下がり、ノッキングが発生し難くすることができる。次いでステップ105に進み、再びノッキングセンサ21の出力に基づきノッキングが発生しているか否かが判断される。もし、ステップ107における今回の開度減少によってノッキングの発生が抑制されれば、ステップ102に進んでフラグFは0とされて終了するが、依然としてノッキングが発生している時にはステップ106に進み、フラグFは1とされて終了する。

【0016】図3は、制御装置20による点火時期制御のための第二フローチャートである。本フローチャートは、前述の第一フローチャートの実行間隔より短い実行間隔で繰り返されるものである。

【0017】まず、ステップ201において、第一フローチャートにおけるフラグFが1であるか否かが判断される。この判断が否定される時、すなわち、フラグFが0の時には現在においてノッキングは発生しておらず、ステップ202に進み、点火時期遅角量ΔIは比較的小さな絶対値を有する負値-aとされ、ステップ203において、現在の点火時期IaはΔIだけ遅角、すなわち、aだけ進角されて終了する。

【0018】一方、フラグFが1であり、現在においてノッキングが発生している時には、ステップ201における判断が肯定されてステップ204に進み、ノッキングセンサ21の出力ピーク値VPが第1所定値Aより大きいかが判断される。第1所定値Aはバックグラウンドノイズの数倍であり、この判断が肯定される時には強度の大きなノッキングが発生しており、ステップ205に進み、点火時期遅角量ΔIは比較的大きなbとされ、ステップ203において現在の点火時期IaはΔIだけ遅角、すなわち、bだけ遅角される。

【0019】また、ステップ204における判断が否定される時には、ステップ206に進み、ノッキングセンサ21の出力ピーク値VPが第2所定値Bより大きいかが判断される。第2所定値Bは第1所定値Aより小さな値であり、この判断が肯定される時には強度の小さなノッキングが発生しており、ステップ207に進み、点火時期遅角量ΔIは比較的小さなcとされ、ステップ203において現在の点火時期IaはΔIだけ遅角、すなわち、cだけ遅角される。

【0020】また、ステップ206における判断が否定される時には、ステップ208に進み、ノッキングが発生しているか定かではないために、点火時期遅角量ΔIは0とされ、ステップ203において現在の点火時期IaはΔIだけ遅角、すなわち、遅角も進角もされない。

【0021】前述したように、この点火時期制御のための第二フローチャートは、第一フローチャートの実行間隔より短い実行間隔で繰り返されるために、ノッキングが発生していなければ、又は、第一フローチャートによる吸気弁3の開弁時期遅角又はスロットル弁6の開度減

5

少によって発生していたノッキングが抑制されれば、点火時期は徐々に進角されて燃焼を良好にすることができる。

【0022】また、第一フローチャートによる吸気弁3の閉弁時期遅角又はスロットル弁6の開度減少によってもノッキングは依然として発生している場合において、ノッキングの強度が大きい時には、点火時期は比較的大きな遅角量 $b$ ずつ遅角され、早期にノッキングを抑制することができる。また、ノッキングの強度が小さい時には、点火時期は比較的小さな遅角量 $c$ ずつ遅角され、ノ

ッキングの抑制に必要以上に点火時期を遅角することは防止される。

【0023】このような点火時期の遅角が何回か繰り返されても依然としてノッキングが発生している場合には、再び第一フローチャートが実行され、さらに、吸気弁3の閉弁時期が所定閉弁時期遅角量 $\Delta T$ だけ遅角され、もし、吸気弁3の閉弁時期が所定クランク角度 $T_m$ を越えているならば、スロットル弁6の開度が所定開度減少量 $\Delta S$ だけ減少される。

【0024】本実施形態のノッキング制御装置は、ノッキングが発生すると、まず、吸気弁の閉弁時期が所定閉弁時期遅角量だけ遅角される。その後においても依然としてノッキングが発生している場合には、ノッキングを抑制するように、繰り返し点火時期が遅角される。こうして、ノッキングが抑制されれば、最初に吸気弁の閉弁時期を遅角して、次に、制御に殆ど時間を要しない点火時期を遅角するために、吸気弁の閉弁時期の遅角だけでノッキングを抑制する場合に比較して、短時間でノッキングを抑制することができ、また、吸気弁の閉弁時期が過剰に遅角されて機関出力が不必要に低下することは防止される。

【0025】また、点火時期の遅角だけでノッキングを抑制する場合には、点火時期が大幅に遅角されて非常に燃焼が悪化する可能性があるが、本実施形態のノッキング制御装置では、ノッキングを少なくともある程度まで吸気弁の閉弁時期の遅角によって抑制するために、吸気弁の閉弁時期が点火時期が大幅に遅角されることはない。また、ノッキング発生時に、吸気弁の閉弁時期が、例えば、機関運転状態に応じて所定クランク角度とされている場合には、これ以上に閉弁時期を遅角することは

6

できないが、その代わりにスロットル弁の開度を減少させてある程度までノッキングを抑制するようになっているために、この場合にも点火時期が大幅に遅角されることはない。

【0026】本実施形態では、ノッキングセンサ21は一つとしており、この場合には、第2フローチャートにおいて出力ピーク値を使用するために、このノッキングセンサ21は非共振型センサとしなければならない。しかしながら、共振型センサは、出力ピーク値、すなわち、ノッキング強度を検出することはできないが、ノッキングが発生しているか否かを非常に正確に検出することができるものであるために、第一フローチャートの制御用に共振型センサを追加するようにしても良い。また第一及び第二フローチャートは、ノッキングが発生し易い機関運転状態でのみ実施するようにしても良い。

【0027】

【発明の効果】このように、本発明による内燃機関のノッキング制御装置によれば、ノッキングが発生すると、閉弁時期遅角手段が吸気弁の閉弁時期を遅角し、その後においても依然としてノッキングが発生している時には点火時期遅角手段が点火時期を遅角するようになっている。こうしてノッキングが抑制されれば、短時間でノッキング抑制が可能であることに加えて過剰に吸気弁の閉弁時期が遅角されることはなく、機関出力が不必要に低下することは防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるノッキング制御装置が取り付けられた内燃機関の概略断面図である。

【図2】吸気弁の閉弁時期遅角制御及びスロットル弁の開度減少制御のための第一フローチャートである。

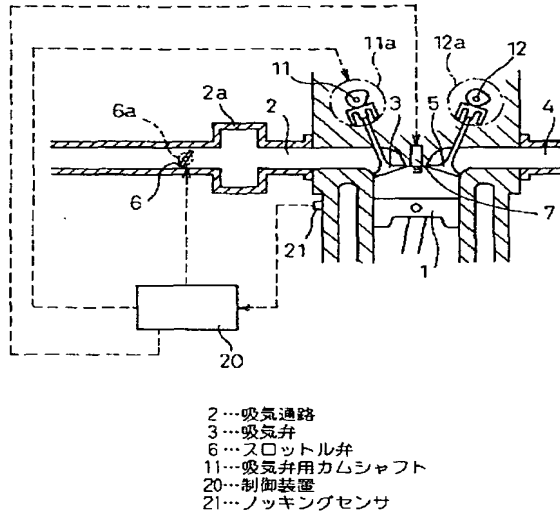
【図3】点火時期制御のための第二フローチャートである。

【符号の説明】

- 2…吸気通路
- 3…吸気弁
- 6…スロットル弁
- 11…吸気弁用カムシャフト
- 20…制御装置
- 21…振動センサ

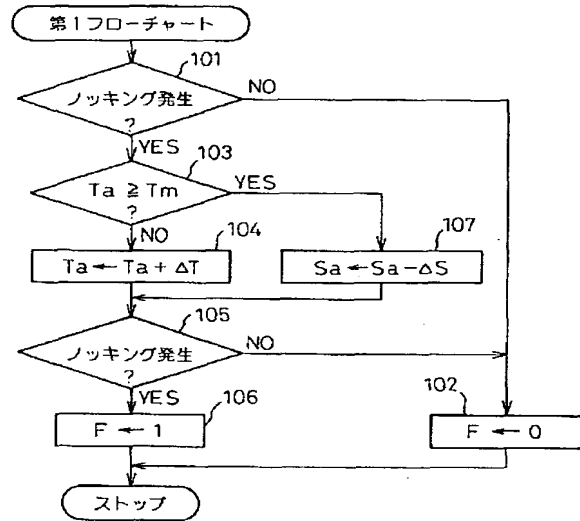
【図 1】

図 1



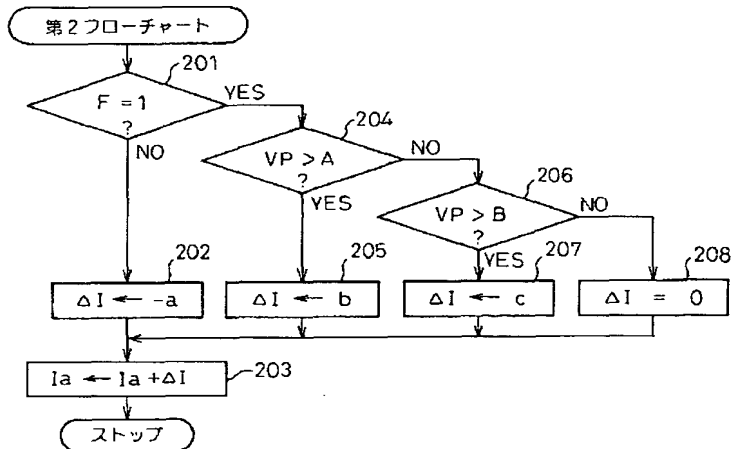
【図 2】

図 2



【図 3】

図 3



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F 0 2 D 43/00

45/00

F 0 2 P 5/152

5/153

識別記号

3 0 1

3 6 8

F I

F 0 2 D 43/00

45/00

F 0 2 P 5/15

3 0 1 Z

3 0 1 K

3 6 8 A

D